

ANÁLISIS DE LA OFERTA Y LA DEMANDA DE SERVICIOS DE TOMOGRAFÍA POR EMISIÓN DE POSITRONES PET

Secretaría de Salud
Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud

Elaboraron:
Ing. Sindy Yoselim Montoya Serna
Jefa del Depto. de Planeación Institucional de Equipo Médico, CENETEC-Salud

Lic. Sergio Manuel Vargas Hernández
Enlace de alto nivel de responsabilidad, CENETEC- Salud.

Revisión:
Ing. Patricia Miguel Hernández
Subdirectora de Equipamiento Médico del Plan Maestro Sectorial, CENETEC-Salud

Ing. Roberto Ayala Perdomo
Director de Ingeniería Biomédica, CENETEC- Salud

Agradecimientos:
Dr. Francisco Osvaldo García Pérez
Jefe del Departamento de Medicina Nuclear (INCan)

M. en A. S. S. Elsa Elena Arellanes Jarquín
Subdirectora de Ingeniería Clínica, CENETEC-Salud

RESUMEN

El presente documento integra información con relación a la oferta-demanda de servicios del equipo de Tomografía por Emisión de Positrones (PET) en México, que sirva como apoyo en la toma de decisiones para los servicios de salud.

Con el objetivo de estimar las necesidades de incorporación de equipos de PET, se presenta la oferta actual de acuerdo a datos del Inventario Nacional de Equipos Médicos de Alta Tecnología (EMAT) conducido por CENETEC-Salud y se analizan tres posibles metodologías para la estimación de la demanda.

Palabras clave: PET, oferta y demanda.

CONTENIDO

1. TOMOGRAFÍA POR EMISIÓN DE POSITRONES (PET)	3
2. OFERTA	7
2.1 OFERTA DE PET EN EL MUNDO.....	7
2.2 OFERTA DE PET EN MÉXICO	8
3. DEMANDA	10
3.1 INDICADOR DE COBERTURA POR MILLÓN DE HABITANTES	11
3.2 EFECTIVIDAD CLÍNICA Y POBLACIÓN CANDIDATA.....	13
3.3 PREVALENCIA DE LA CORRESPONDIENTE PATOLOGÍA	14
4. CONCLUSIONES	19
5. REFERENCIAS	20

De conformidad con las atribuciones del Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud previstas en los artículos 2 apartado C, fracción II y 41 fracción VII del Reglamento Interior de la Secretaría de Salud y al Programa de Acción Específico “Evaluación y Gestión de Tecnologías para la Salud” 2013-2018, en lo referente al objetivo de **Desarrollar las políticas e instrumentos de gestión de equipo médico para su uso apropiado, eficiente y seguro en el Sistema Nacional de Salud**, este Centro Nacional realizó un análisis para determinar indicadores nacionales relacionados al equipamiento de PET para ayudar a los tomadores de decisiones a diseñar su plan de provisión y direccionar cuestiones prácticas y profesionales.

La incorporación de equipos de Tomografía por Emisión de Positrones (PET) en el país debe obedecer a un ejercicio de planeación como parte del proceso de la gestión de equipo médico (GEM), el cual debe tomar en cuenta la población objetivo, la oferta actual, los mecanismos de optimización de los equipos instalados, la distribución, la capacidad de recursos humanos y el monitoreo de la productividad de la oferta actual de servicios de PET.

1. TOMOGRAFÍA POR EMISIÓN DE POSITRONES (PET)

Un escaneo por tomografía por emisión por positrones es una técnica de imagen no invasiva que mide la concentración de positrones que emiten los radioisótopos y marcadores de actividad biológica en los tejidos.

El PET/CT combina la información obtenida del PET con datos de Tomografía Computarizada (CT). Como estas tecnologías proporcionan diferentes tipos de datos (el PET datos metabólicos y el CT datos anatómicos), la combinación proporciona información diagnóstica de gran relevancia y con gran precisión en las imágenes producidas.

El uso del PET en el área de medicina es de alta relevancia ya que esta técnica permite detectar procesos patológicos cuando aún son invisibles con las técnicas tradicionales de imagen, además que, para ciertos padecimientos, puede evitar la realización de procedimientos invasivos como biopsia o cirugía. Sin embargo, requiere la contribución coordinada de diversas disciplinas clínicas y profesionales, por ser un Equipo Médico de Alta Tecnología (EMAT), tiene un alto costo de adquisición, mantenimiento y operación, por lo que debe realizarse un uso óptimo del mismo.

Hay países donde el desarrollo de los servicios de PET ha sido más lento en comparación con Estados Unidos o con otros países europeos, sin embargo, una constante a nivel mundial es que el PET es central en el manejo de pacientes con cáncer y su uso en otros padecimientos y especialidades sigue en crecimiento.

El PET es una tecnología costosa y no todos los hospitales requieren su instalación, por lo tanto su incorporación deberá ser desarrollada de acuerdo a un plan en que se considere la inversión a largo plazo para dar soporte de las necesidades de operación del equipo.

En México, se cuenta con un acuerdo por el que se establece que las instituciones públicas del Sistema Nacional de Salud sólo deberán utilizar los insumos establecidos en el cuadro básico para el primer nivel de atención médica y, para segundo y tercer nivel, el catálogo de insumo, dentro del cual se encuentra incluido el equipo de PET en el apartado de instrumental y equipo médico ¹, en donde es descrito como un equipo que genera y fusiona imágenes anatómicas y fisiológicas detectando radiación por emisión de positrones y rayos X, que además permite la obtención, procesamiento y transferencia de imágenes para fines diagnósticos en Oncología, Neurología o Cardiología.

Figura 1. Descripción de un equipo de PET con tomografía axial computarizada de acuerdo al Cuadro Básico y Catálogo de instrumental y Equipo Médico.

NOMBRE GENÉRICO: EQUIPO DE TOMOGRAFÍA POR EMISIÓN DE POSITRONES CON TOMOGRAFÍA AXIAL COMPUTARIZADA (PET-CT)		
CLAVE: 531.254.0165	ESPECIALIDAD (ES): Médicas y Quirúrgicas.	SERVICIO (S): Medicina Nuclear.
DESCRIPCIÓN:	<p>Equipo que genera y fusiona imágenes anatómicas y fisiológicas detectando radiación por emisión de positrones y rayos X. Permite la obtención, procesamiento y transferencia de imágenes para fines diagnósticos en Oncología, Neurología o Cardiología.</p> <p>Tomografía por Emisión de Positrones (PET).- Montaje del detector: 3 o 4 anillos de bloques de detectores en el gantry, a determinar de acuerdo al tipo de aplicación clínica; 24 anillos detectores como mínimo o mayor; 13,000 cristales como mínimo o mayor; material de los cristales LBS o LYSO o LSO; campo de visión axial (AFOV o FOV) 157 mm como mínimo o mayor; campo de visión 60 cm como mínimo o mayor; tamaño del cristal de 4.7 mm o menor x 6.3 mm o menor x 30 mm o menor. Rendimiento del detector: sensibilidad del sistema de 4.2 cps/kBq o mayor para 3 anillos ó 6.5 cps/kBq o mayor para 4 anillos; tasa de conteo de ruido equivalente (Noise Equivalent Count Rate) de 95 kcps o mayor; reconstrucción iterativa por cama menor a 90 seg; ventana de coincidencia de 5 ns o menor; FWHM (NEMA) transversal o transaxial a 1 cm rad de 4 mm a 5 mm; FWHM(NEMA) transversal o transaxial a 10 cm rad de 4.5 mm a 5.6 mm; FWHM (NEMA) axial a 1 cm rad de 4.3 mm a 5.6 mm; FWHM (NEMA) axial a 10 cm rad de 4.7 mm a 6.3 mm; Dispersión (Scatter fraction) de 38% o menor; sincronización con ECG y respiración. Fuente de ⁶⁸Germanio para calibración inicial y puesta en marcha del equipo.</p> <p>Tomografía Computarizada (CT).- 16 cortes como mínimo o mayor a determinar de acuerdo al tipo de aplicación clínica; tiempo de rastreo o exploración de 0.6 segundos o menor en un giro de 360° o</p>	

rotación; apertura del gantry de 70 cm o mayor; tubo de rayos X con capacidad de almacenamiento en el ánodo de 5 MHU como mínimo o mayor; espesor de corte de 0.75 mm o menor; reconstrucción de 16 imágenes por seg.

Mesa para paciente con capacidad de soporte de peso del paciente de 190 Kg. o mayor; fantasmas para control de calidad; paquete para posicionamiento y comodidad del paciente pediátrico o adulto a determinar de acuerdo con las aplicaciones clínicas; inyector de medio de contraste para tomografía computarizada para aplicaciones generales; unidad de energía ininterrumpible, UPS con capacidad de al menos 30 minutos de respaldo para el PET/CT.

Estación de trabajo o procesamiento.- Dos monitores grado médico, a color LCD o TFT, de 19 " o mayor, con matriz de despliegue de 1024 x 1024 o mayor; capacidad de almacenaje de imágenes en disco duro de 500 GB o mayor; DICOM print, query/retrieve, storage como mínimos; software y/o aplicaciones informáticas para pacientes adultos y pediátricos para Oncología, Neurología, o Cardiología a determinar de acuerdo al tipo de aplicación clínica; programa para modulación y ahorro de dosis en tiempo real; quemador de CD y DVD; programa para fusión de imágenes de distintas modalidades; reconstrucción de conjunto de cortes tridimensionales o 3D; reconstrucción de imagen 3D en movimiento (4D); unidad de energía ininterrumpible, UPS con capacidad de al menos 30 minutos de respaldo para la estación de trabajo; sistema de circuito cerrado para videovigilancia del paciente con sistema de intercomunicación incluido, con posibilidad de interrupción en la sala de control.

REFACCIONES: Las unidades médicas las seleccionarán de acuerdo a sus necesidades, marca y modelo.

ACCESORIOS OPCIONALES: Unidad de energía ininterrumpible, UPS con capacidad de al menos 30 minutos para los componentes del sistema; fantasmas para control de calidad de acuerdo con las aplicaciones clínicas; impresora en blanco y negro, color por sublimación térmica para papel o película; paquete para posicionamiento y comodidad del paciente pediátrico o adulto; programa para reconstrucción de imagen 3D en movimiento (4D); DICOM RT y otros a definir por el usuario; inyector de medio de contraste para tomografía computarizada para aplicaciones generales; inyector de medio de contraste para tomografía computarizada de doble jeringa; bomba para desinflar colchones de fijación; juego de tres láseres para CT para uso en planeación de radioterapia.

CONSUMIBLES: **Este equipo no deberá adquirirse si no se tiene certeza de la disponibilidad de radiofármacos con una vida media adecuada para garantizar la calidad de los estudios (ciclotrón cercano).**

¹⁸fluoro-desoxiglucosa (¹⁸FDG).

Fuente de ⁶⁸Germanio para calibración del equipo

Juegos de jeringas adecuadas para los inyectores de medio de contraste.

DVD o CD; Placas o papel para impresora;

Colchones de fijación para pacientes pediátricos y adultos

INSTALACIÓN.

- * Todo el software o aplicación informática deberá entregarse con licencia de uso irrestricto para la institución adquirente.
- * El área deberá apegarse a lo dispuesto por la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardas y contar con su aprobación.
- * Instalación eléctrica de acuerdo a la unidad médica adquirente a 60 Hz

OPERACIÓN.

- * **Este equipo no deberá adquirirse si no se tiene certeza de la disponibilidad de personal capacitado para su uso.**
- * Requiere licencia de operación por parte de la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardas.

MANTENIMIENTO

- * Preventivo.
- * Correctivo por personal calificado.

En este contexto, y con el objetivo de que se incorpore de manera adecuada y de acuerdo a las necesidades de cada institución el equipo de PET, el Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud (en adelante CENETEC-Salud) ha desarrollado un cédula de

especificaciones técnicas del equipo, que describe de manera detallada las características técnicas específicas, así como información relativa a normatividad, accesorios para su funcionamiento, consumibles y refacciones, entre otros ².

**Figura 2. Cédula de Especificaciones técnicas de un equipo de PET-CT
Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud, Secretaría de Salud.**

Cédula de Especificaciones Técnicas																	
SISTEMA PET-CT																	
NOMBRE GENÉRICO CSG:	EQUIPO DE TOMOGRAFÍA POR EMISIÓN DE POSITRONES CON TOMOGRAFÍA AXIAL COMPUTARIZADA (PET-CT)																
CLAVE CUADRO BÁSICO:	531.254.0165																
CLAVE GMDN:	45143																
FIRMADA Y CONCLUIDA:	México, D.F. a 26 de noviembre de 2014; en las instalaciones del CENETEC																
ESPECIALIDAD(ES):	Médicas y Quirúrgicas.																
SERVICIO(S):	Medicina Nuclear.																
DEFINICIÓN CSG:	Equipo que genera y fusiona imágenes anatómicas y fisiológicas detectando radiación por emisión de positrones y rayos X																
NOMBRE GENÉRICO CENETEC:	SISTEMA HÍBRIDO TOMOGRAFÍA POR EMISIÓN DE POSITRONES CON TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA (PET-CT).																
DEFINICIÓN CENETEC:	Equipo híbrido que fusiona imágenes anatómicas y fisiológicas con fines diagnósticos, utilizando la radiación por emisión de positrones y rayos X.																
NOMBRE GMDN:	EQUIPO DE TOMOGRAFÍA POR EMISIÓN DE POSITRONES Y TOMOGRAFÍA AXIAL COMPUTARIZADA																
DEFINICIÓN GMDN:	Equipo de obtención de imágenes radiológicas para diagnóstico que combina una cámara de tomografía por emisión de positrones para imágenes de medicina nuclear y una cámara de tomografía axial computarizada para imágenes de rayos X. Las imágenes de medicina nuclear y de rayos X se pueden registrar y mostrar en un formato fusionado (superpuestas en la misma orientación) para la localización anatómica de los datos de medicina nuclear (es decir, la distribución de los radiofármacos). Los componentes para tomografía por emisión de positrones y tomografía axial computarizada pueden utilizarse independientemente o combinados. Las imágenes obtenidas pueden transferirse a otros equipos para la planificación del tratamiento de radioterapia o su procesamiento adicional.																
CLAVE CABMS:																	
DESCRIPCIÓN:	<table border="1"> <tr> <td>1.- Montaje del detector:</td> <td> 1.1.- Número anillos detectores igual a 24 o mayor. 1.2.- Numero de cristales 13,000 o mayor. 1.3.- El material de los cristales debe de ser de LSO o LYSO o LBS. 1.4.- Campo de visión axial o AFOV o FOV de 157 mm. o mayor. 1.5.- Campo de visión (Field of View) de 60 cm. o mayor. 1.6.- Tamaño del cristal de 4.7 mm. x 4 mm. x 6.3 mm. a 4 mm. x 30 mm. a 20 mm. </td> </tr> <tr> <td>2.- Rendimiento del detector:</td> <td> 2.1.- Para 4 anillos con sensibilidad (NEMA) del sistema de 6.5 cps/kBq. o mayor. 2.2.- Tasa de conteo de ruido equivalente (Noise Equivalent Count Rate) de 95 kcps. o mayor. 2.3.- Reconstrucción por cama menor a 90 seg. 2.4.- Ventana de coincidencia de 5 ns. o menor. 2.5.- Resolución FWHM(NEMA) transversal o transaxial a 1 cm. rad de 4.0 mm. a 5 mm. 2.6.- Resolución FWHM(NEMA) transversal o transaxial a 10 cm. rad de 4.5 mm. a 5.6 mm. 2.7.- Resolución FWHM(NEMA) axial a 1 cm. rad de 4.3 mm. a 5.6 mm. 2.8.- Resolución FWHM(NEMA) axial a 10 cm. rad de 4.7 mm. a 6.3 mm. </td> </tr> <tr> <td>3.- Fuentes de Germanio para calibración inicial del equipo.</td> <td></td> </tr> <tr> <td>4.- Dispersión (Scatter fraction) de 38% o menor.</td> <td></td> </tr> <tr> <td>5.- Equipo de tomografía computarizada (CT):</td> <td> 5.1.- De 16 cortes o mayor. 5.2.- Tiempo de rastreo o exploración de 0.6 segundos o menor en un giro de 360° o rotación. 5.3.- Apertura de 70 cm. o mayor. 5.4.- Tubo de rayos X con capacidad de almacenamiento de calor en el ánodo de 5 MHU o mayor. 5.5.- Espesor de corte de 0.75 mm. o menor. 5.6.- Reconstrucción de 16 imágenes por seg. 5.7.- Programa para modulación y ahorro de dosis en tiempo real. </td> </tr> <tr> <td>6.- Estación de adquisición.</td> <td> 7.1.- Monitor a color de 19" o mayor, matriz de despliegue de 1024 x 1024 o mayor. 7.2.- Capacidad de almacenaje de imágenes en disco duro de 450 Gb o mayor. 7.3.- DICOM print, query/retrieve, storage. </td> </tr> <tr> <td>7.- Estación de trabajo o procesamiento:</td> <td> 7.4.- Programas clínicos con licencias activas PET-CT para oncología, cardiología y neurología. 7.5.- Programas clínicos con licencias activas CT: MPR, MIP Y VRT como mínimo. 7.6.- Quemador de CD o DVD. 7.7.- Programa para fusión de imágenes DICOM de distintas modalidades (CT y MR). 7.8.- 3D para PET-CT. </td> </tr> <tr> <td>8.- Mesa para paciente con capacidad de soporte de peso de 200 Kg. o mayor.</td> <td></td> </tr> </table>	1.- Montaje del detector:	1.1.- Número anillos detectores igual a 24 o mayor. 1.2.- Numero de cristales 13,000 o mayor. 1.3.- El material de los cristales debe de ser de LSO o LYSO o LBS. 1.4.- Campo de visión axial o AFOV o FOV de 157 mm. o mayor. 1.5.- Campo de visión (Field of View) de 60 cm. o mayor. 1.6.- Tamaño del cristal de 4.7 mm. x 4 mm. x 6.3 mm. a 4 mm. x 30 mm. a 20 mm.	2.- Rendimiento del detector:	2.1.- Para 4 anillos con sensibilidad (NEMA) del sistema de 6.5 cps/kBq. o mayor. 2.2.- Tasa de conteo de ruido equivalente (Noise Equivalent Count Rate) de 95 kcps. o mayor. 2.3.- Reconstrucción por cama menor a 90 seg. 2.4.- Ventana de coincidencia de 5 ns. o menor. 2.5.- Resolución FWHM(NEMA) transversal o transaxial a 1 cm. rad de 4.0 mm. a 5 mm. 2.6.- Resolución FWHM(NEMA) transversal o transaxial a 10 cm. rad de 4.5 mm. a 5.6 mm. 2.7.- Resolución FWHM(NEMA) axial a 1 cm. rad de 4.3 mm. a 5.6 mm. 2.8.- Resolución FWHM(NEMA) axial a 10 cm. rad de 4.7 mm. a 6.3 mm.	3.- Fuentes de Germanio para calibración inicial del equipo.		4.- Dispersión (Scatter fraction) de 38% o menor.		5.- Equipo de tomografía computarizada (CT):	5.1.- De 16 cortes o mayor. 5.2.- Tiempo de rastreo o exploración de 0.6 segundos o menor en un giro de 360° o rotación. 5.3.- Apertura de 70 cm. o mayor. 5.4.- Tubo de rayos X con capacidad de almacenamiento de calor en el ánodo de 5 MHU o mayor. 5.5.- Espesor de corte de 0.75 mm. o menor. 5.6.- Reconstrucción de 16 imágenes por seg. 5.7.- Programa para modulación y ahorro de dosis en tiempo real.	6.- Estación de adquisición.	7.1.- Monitor a color de 19" o mayor, matriz de despliegue de 1024 x 1024 o mayor. 7.2.- Capacidad de almacenaje de imágenes en disco duro de 450 Gb o mayor. 7.3.- DICOM print, query/retrieve, storage.	7.- Estación de trabajo o procesamiento:	7.4.- Programas clínicos con licencias activas PET-CT para oncología, cardiología y neurología. 7.5.- Programas clínicos con licencias activas CT: MPR, MIP Y VRT como mínimo. 7.6.- Quemador de CD o DVD. 7.7.- Programa para fusión de imágenes DICOM de distintas modalidades (CT y MR). 7.8.- 3D para PET-CT.	8.- Mesa para paciente con capacidad de soporte de peso de 200 Kg. o mayor.	
1.- Montaje del detector:	1.1.- Número anillos detectores igual a 24 o mayor. 1.2.- Numero de cristales 13,000 o mayor. 1.3.- El material de los cristales debe de ser de LSO o LYSO o LBS. 1.4.- Campo de visión axial o AFOV o FOV de 157 mm. o mayor. 1.5.- Campo de visión (Field of View) de 60 cm. o mayor. 1.6.- Tamaño del cristal de 4.7 mm. x 4 mm. x 6.3 mm. a 4 mm. x 30 mm. a 20 mm.																
2.- Rendimiento del detector:	2.1.- Para 4 anillos con sensibilidad (NEMA) del sistema de 6.5 cps/kBq. o mayor. 2.2.- Tasa de conteo de ruido equivalente (Noise Equivalent Count Rate) de 95 kcps. o mayor. 2.3.- Reconstrucción por cama menor a 90 seg. 2.4.- Ventana de coincidencia de 5 ns. o menor. 2.5.- Resolución FWHM(NEMA) transversal o transaxial a 1 cm. rad de 4.0 mm. a 5 mm. 2.6.- Resolución FWHM(NEMA) transversal o transaxial a 10 cm. rad de 4.5 mm. a 5.6 mm. 2.7.- Resolución FWHM(NEMA) axial a 1 cm. rad de 4.3 mm. a 5.6 mm. 2.8.- Resolución FWHM(NEMA) axial a 10 cm. rad de 4.7 mm. a 6.3 mm.																
3.- Fuentes de Germanio para calibración inicial del equipo.																	
4.- Dispersión (Scatter fraction) de 38% o menor.																	
5.- Equipo de tomografía computarizada (CT):	5.1.- De 16 cortes o mayor. 5.2.- Tiempo de rastreo o exploración de 0.6 segundos o menor en un giro de 360° o rotación. 5.3.- Apertura de 70 cm. o mayor. 5.4.- Tubo de rayos X con capacidad de almacenamiento de calor en el ánodo de 5 MHU o mayor. 5.5.- Espesor de corte de 0.75 mm. o menor. 5.6.- Reconstrucción de 16 imágenes por seg. 5.7.- Programa para modulación y ahorro de dosis en tiempo real.																
6.- Estación de adquisición.	7.1.- Monitor a color de 19" o mayor, matriz de despliegue de 1024 x 1024 o mayor. 7.2.- Capacidad de almacenaje de imágenes en disco duro de 450 Gb o mayor. 7.3.- DICOM print, query/retrieve, storage.																
7.- Estación de trabajo o procesamiento:	7.4.- Programas clínicos con licencias activas PET-CT para oncología, cardiología y neurología. 7.5.- Programas clínicos con licencias activas CT: MPR, MIP Y VRT como mínimo. 7.6.- Quemador de CD o DVD. 7.7.- Programa para fusión de imágenes DICOM de distintas modalidades (CT y MR). 7.8.- 3D para PET-CT.																
8.- Mesa para paciente con capacidad de soporte de peso de 200 Kg. o mayor.																	

Cédula de Especificaciones Técnicas
SISTEMA PET-CT

NOMBRE GENÉRICO CENETEC:	SISTEMA HÍBRIDO TOMOGRAFÍA POR EMISIÓN DE POSITRONES CON TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA (PET-CT).
ACCESORIOS: Las unidades médicas los seleccionarán de acuerdo a sus necesidades, asegurando su compatibilidad con la marca y modelo del equipo.	Con unidad de energía ininterrumpible, UPS con capacidad de al menos 15 minutos para el respaldo del PET-CT. Fantoma para control de calidad. Paquete para posicionamiento y comodidad del paciente para adultos y pediátricos. Inyector de medio de contraste para tomografía computarizada para aplicaciones generales o Inyector de medio de contraste para tomografía computarizada de doble jeringa en aplicaciones cardíacas y aplicaciones generales.
CONSUMIBLES: Las cantidades serán determinadas de acuerdo a las necesidades operativas de las unidades médicas, asegurando compatibilidad para la marca y modelo del equipo.	100 piezas de DVD o CD. Placas o papel para impresora ofrecida.
ACCESORIOS OPCIONALES: Las unidades médicas los seleccionarán de acuerdo a sus necesidades, asegurando su compatibilidad con la marca y modelo del equipo.	3 anillos con sensibilidad (NEMA) del sistema de 4.2 cps/kBq. o mayor. Impresora en blanco y negro, color por sublimación térmica para papel o película. Sistema (programa y herramientas) para sincronización respiratoria en PET y CT. Sistema (programa y herramientas) para sincronizar latido cardíaco.
REFACCIONES: Las unidades médicas los seleccionarán de acuerdo a sus necesidades, asegurando su compatibilidad con la marca y modelo del equipo.	Según marca y modelo.
INSTALACIÓN:	De acuerdo a la unidad médica adquirente a 60 Hz.
OPERACIÓN:	Por personal especializado y de acuerdo al manual de operación.
MANTENIMIENTO:	Preventivo. Correctivo por personal calificado.
NORMAS Y/O CERTIFICADOS:	Para equipo médico de origen nacional: certificado de buenas prácticas de fabricación expedido por la COFEPRIS e ISO 13485. Para equipo médico de origen extranjero: que cumpla con alguno de los siguientes: FDA o Health Canadá o CE o JIS e ISO 13485.

2. OFERTA

2.1 OFERTA DE PET EN EL MUNDO

De acuerdo a la información de recursos para la atención de la salud publicados en 2014 por la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OECD) ³, se tenía registrado que tan sólo 27 países de mundo contaban con equipos PET, existiendo una alta variación en cuanto a la cantidad de escáneres entre un país y otro.

Estados Unidos cuenta con 1635 equipos de PET, lo que lo hace el país con la mayor cantidad a nivel mundial, seguido por Japón con 466 equipos, Korea con 207 equipos, Italia con 162 y Francia con 108 equipos.

México, de acuerdo con la misma información de la OCDE, en el año 2013 reportaba 7 equipos de PET, lo que lo ubicaba en la posición número 20 de los países con mayor cantidad de estos equipos; sin embargo, este dato ha sido actualiza a partir del Inventario Nacional de Equipos Médicos de Alta Tecnología conducido por el CENETEC-Salud ⁴, el cual refiere que en el país se cuenta actualmente con 27 equipos de PET, con lo que se colocaría en el lugar número decimotercero, de acuerdo a la gráfica 1.

Gráfica 1. Total de equipos de PET en el mundo de acuerdo a la OCDE, Dataset Healthcare Resources 2014.



2.2 OFERTA DE PET EN MÉXICO

En México la tomografía por emisión de positrones es reconocida, por la relevancia de la información metabólica y funcional que proporciona, como una técnica avanzada de diagnóstico médico por imagen y su uso se encuentra en constante crecimiento por lo que cada vez más instituciones hospitalarias (públicas y privadas) se plantean la incorporación de esta tecnología.

En cuanto a la disponibilidad de equipos en México, según datos del Inventario Nacional de Equipos Médicos de Alta Tecnología, conducido por el Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud (CENETEC-Salud), con corte a enero de 2016⁴, el país cuenta con 27 equipos, ubicados en 24 diferentes unidades médicas, distribuidos en su mayoría en hospitales del sector privado (18 equipos). En hospitales del sector público se ubican 7 equipos, 1 más en un hospital universitario y 1 en el sector social, tal como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Inventario de equipos de PET de acuerdo al Inventario Nacional de Equipos Médicos de Alta Tecnología, CENETEC-Salud 2016.

Tipo de equipo	Hospitales Públicos				Hospitales Privados	Hospitales Universitarios	Otros	Total
	SS	SEDENA	SEMAR	Total				
Tomógrafo por Emisión de Positrones (PET*)	5	1	1	7	18	1	1	27

* Se incluye un equipo PET, 2 equipos PET-MR y 24 equipos PET-CT

En cuanto a la distribución geográfica de los equipos de PET, sólo 8 de los 32 estados del país cuentan con equipo de PET, tal como se muestra en la figura 3.

Figura 3. Distribución geográfica en México de equipos PET.

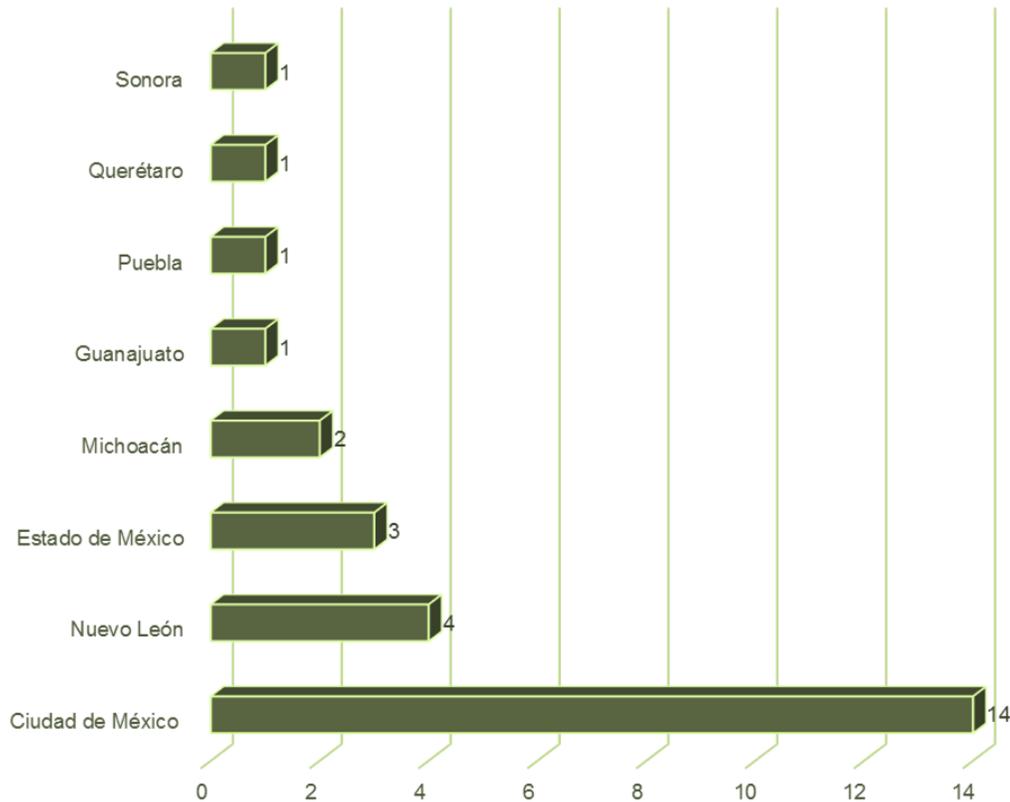


Sólo 8 de los 32 estados cuentan con equipo PET:

- Ciudad de México (**14**)
- Nuevo León (**4**)
- Estado de México (**3**)
- Michoacán (**2**)
- Guanajuato (**1**)
- Puebla (**1**)
- Querétaro (**1**)
- Sonora (**1**)

Existe una gran diferencia entre la cantidad de equipos instalados en la Ciudad de México con el resto de estados que cuentan con equipos de PET; mientras que la mayor cantidad de estados no cuentan con esta tecnología, circunstancia que refleja la centralización de estos servicios de salud.

Gráfica 2. Cantidad de equipos de PET por estado en la República Mexicana.



3. DEMANDA

Establecer un centro de PET es un proceso que requiere una planificación que debe realizarse de manera cuidadosa para que sea capaz de proveer servicios adecuados de imagen avanzada de PET a la población.

En México no se ha documentado la existencia de algún estudio para la estimación de la demanda de servicios de PET, sin embargo, a nivel mundial se han documentado tres metodologías principales para determinar la necesidad de incorporar equipos de PET, de acuerdo a lo siguiente:

1. Indicador de cobertura por millón de habitantes.
2. Efectividad clínica y población candidata.
3. Prevalencia de la correspondiente patología.

3.1 INDICADOR DE COBERTURA POR MILLÓN DE HABITANTES

Ante el creciente auge por el uso de la tecnología de PET en la medicina, muchos países han realizado esfuerzos enfocados a la creación de políticas para la dotación de éstos equipos con la intención de optimizar su uso, la más comúnmente utilizada es el establecimiento de un indicador de cobertura por millón de habitantes. En la Tabla 2 se realiza un recuento de ellas.

Tabla 2. Indicadores de dotación de equipos de PET por millón de habitantes en diferentes países del mundo.

Indicador	Año	Agencia
Un PET-CT por cada 1 a 1.5 millones de habitantes	2005	The Royal College of Radiologists (Reino Unido) ⁵
Un PET-CT por cada 600,000 habitantes	2006	Israel Center for Technology Assessment in Health Care (Israel) ⁶
Un PET-CT por cada 0.8 a 1.0 millones de habitantes	2007	National Service and Technology Review Advisory Committe (Nueva Zelanda) ⁷
2 PET-CT por millón de habitantes	2010	Organización Mundial de la Salud ⁸
2 PET-CT por cada millón de habitantes	2011	Canada's National Laboratory for Particle and Nuclear Physics (Canada) ⁸
2 PET-CT por cada millón de habitantes	2013	Institute of Health Policy and Managent (Países Bajos) ⁹

No existe un indicador de dotación de equipos PET establecido para México, por lo que para determinar la necesidad de incorporación de equipos de PET en el país se decidió utilizar el establecido por la Organización Mundial de la Salud de dos escáneres PET-CT por cada millón de habitantes por tratarse de una organización referente a nivel mundial.

Por otra parte, para realizar el cálculo, se consideró una población total en México de 121,005,816 habitantes, de acuerdo a lo reportado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), durante el año 2015 ¹⁰, considerando adicionalmente, que 66,372,258 habitantes no cuentan con ningún tipo de derechohabiencia.

Como resultado, se determinó que sería necesario contar con 242 equipos de PET para dar cumplimiento al indicador de cobertura propuesto por la OMS, 133 de los cuales debería de ser destinados para la atención de población que no cuenta con derechohabiencia.

Por último, al realizar una diferencia entre los equipos requeridos y los equipos instalados actualmente en México, se obtiene como estimación la necesidad de incorporación de 215 equipos de PET adicionales a los ya existentes en el país.

Todo lo anterior es resumido en la tabla 3:

Tabla 3. Ejercicio del cálculo de cobertura para estimar la cantidad de equipos PET necesarios en el país de acuerdo al indicador establecido por la OMS.

México	Total	Sin derechohabiencia
Población	121,005,816	66,372,258
Equipos requeridos	242	133
Equipos instalados actualmente	27	25 <i>(Secretaría de Salud, hospitales privados, universitarios y sector social)</i>
Diferencia	215	113

Es importante señalar que al utilizar el indicador establecido por la OMS de dos escáneres PET-CT por cada millón de habitantes se interpreta que actualmente en México se está dando una cobertura de 11.2% de los servicios de PET y específicamente para la población sin derechohabiencia la Secretaría de Salud tiene la capacidad instalada para únicamente dar cobertura al 3.8% de los servicios demandados, como se muestra en la figura 4.

Figura 4. Ejercicio del cálculo de cobertura para la dotación de equipos de PET por millón de habitantes en México.



Como resultado del análisis anterior, puede concluirse que de acuerdo a la realidad de México, el indicador establecido por la OMS dista mucho de ser un indicador aplicable, información que fue validada con la consulta a instituciones referentes en materia de medicina nuclear a nivel nacional, por lo que para establecer la cantidad de equipos PET suficientes es necesario la consideración de otras metodologías.

3.2 EFECTIVIDAD CLÍNICA Y POBLACIÓN CANDIDATA

Otro estudio documentado del desarrollo de una metodología para calcular la necesidad de equipos de PET en un país fue establecido por el Belgian Health Care Knowledge Centre (KCE).

En Bélgica, el uso de la tecnología PET se extendió de manera muy rápida, llegando en 2008 a ser uno de los países con el número más alto de escáneres por millón de habitantes en el mundo, en ese año se tenían registrados oficialmente 30 escáneres PET, además de algunos no registrados, para dar atención a aproximadamente 10 millones de habitantes ¹¹.

En este contexto, las instituciones encargadas de la elaboración de políticas en salud de Bélgica empezaron a cuestionarse que tanta correspondencia existía en los estudios que se realizaban con las necesidades de salud de la población. En el año 2008, el Centro de Conocimiento de la Salud de Bélgica (Belgian Healthcare Knowledge Centre), desarrolló una metodología para calcular la necesidad de equipos de PET en este país basada en tres principales etapas ¹¹:

1. En primer lugar, establecieron un sistema jerárquico para la clasificación de las indicaciones clínicas de la realización de un estudio de PET de acuerdo a diferentes niveles de evidencia existente; el nivel alcanzado depende de la precisión diagnóstica, del impacto esperado en el diagnóstico, del impacto terapéutico, del impacto en el resultado del paciente, y del costo eficiencia.
2. En segundo lugar se determinó el número de pacientes candidatos a un estudio de PET para cada indicación que fue realizada, esto de acuerdo a un registro.
3. El tercer lugar, la cantidad de equipos de PET necesarios en Bélgica se estimó considerando varias hipótesis acerca de la máxima capacidad anual de un escáner (considerando que cuando se usa eficientemente, un PET realiza de 1,500 a 2,000 exámenes por año), y el mínimo nivel de evidencia requerido para la indicación de un estudio de PET.

Esta metodología puede ser utilizada para determinar el número de equipos de PET necesarios en cualquier otro país, pero para ello es crucial contar con evidencia científica de la información de la población candidata para procedimientos específicos de PET.

La literatura existente en México respecto a la efectividad del uso de PET refiere que es mayormente utilizado en oncología pero el impacto de su uso se limita a un pequeño número de tipos de cáncer y por lo tanto a un limitado número de pacientes. Por otra parte, existe poca evidencia respecto a la precisión diagnóstica que indica que el PET puede ofrecer una utilidad diagnóstica adicional comparado o en combinación con otras técnicas, mientras que otras evidencias sobreestiman la eficacia del diagnóstico del PET.

Como conclusión de esta metodología y derivado de la consulta con instituciones referentes en materia de medicina nuclear a nivel nacional, en México no se cuenta con datos estadísticos que permitan determinar la precisión diagnóstica y la efectividad clínica del PET, ni del nivel de evidencia que se considere aceptable para la indicación clínica de estudios de PET, así como tampoco información de la población candidata para procedimientos específicos de PET, por lo que no es posible el uso de esta metodología para la elaboración de políticas de dotación de equipos de PET.

3.3 PREVALENCIA DE LA CORRESPONDIENTE PATOLOGÍA

Otro estudio referente a la planificación de los centros clínicos de PET, es el publicado por la Agencia Internacional de Energía Atómica en Viena (International Atomic Energy Agency in Vienna), Austria en el 2010, la cual reflexiona acerca del largo proceso de establecer un centro de PET, que requiere una muy cuidadosa planificación que contemple a las múltiples partes involucradas, la aprobación y apoyo de las autoridades sanitarias, financiamiento y una estrategia de implementación detallada¹².

Este documento refiere que la aplicación más adecuada del PET es en oncología, en el diagnóstico, estadificación y reestadificación de algunos tipos de cáncer, el monitoreo de la respuesta a alguna terapia y en la planeación del tratamiento de radioterapia.

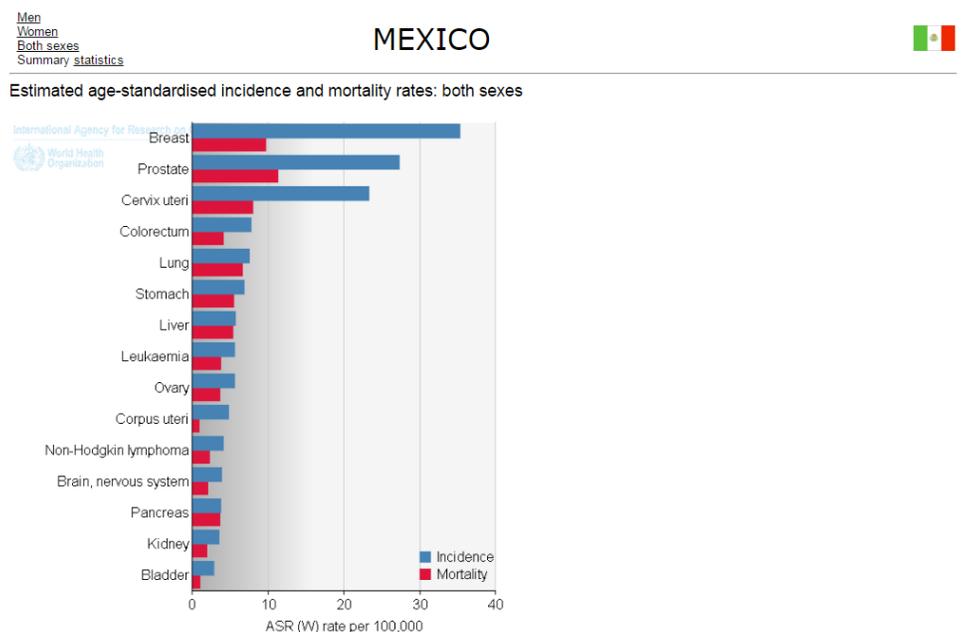
Establece que es necesario evaluar los siguientes aspectos para establecer una política de dotación de equipos de PET:

1. Definición de la población de interés.

El primer paso es definir la población que será potencialmente beneficiada con la tecnología PET, para lo cual la prevalencia de la región geográfica es el indicador más útil para identificar la población de pacientes para los cuales el PET está potencialmente indicado.

Ya que a nivel mundial es reconocido que en las aplicaciones oncológicas es más frecuente el uso de PET, esta será la principal consideración a tener en cuenta en el análisis. Debido a que en México no existen registros que defina la prevalencia por tipo de cáncer, se consideró como fuente de datos al GLOBOCAN ¹³, por ser un proyecto de salud llevado a cabo por la International Agency for Research on Cancer que tiene como objetivo proporcionar las estimaciones actuales de la incidencia y mortalidad de los principales tipos de cáncer a nivel nacional para todos los países del mundo.

Figura 5. Incidencia estimada, mortalidad y prevalencia a cinco años de cáncer en México de acuerdo a GLOBOCAN.



Estimated incidence, mortality and 5-year prevalence: both sexes

Cancer	Incidence			Mortality			5-year prevalence		
	Number	(%)	ASR (W)	Number	(%)	ASR (W)	Number	(%)	Prop.
Lip, oral cavity	2791	1.9	2.5	767	1.0	0.7	6896	1.9	8.3
Nasopharynx	144	0.1	0.1	67	0.1	0.1	378	0.1	0.4
Other pharynx	508	0.3	0.5	328	0.4	0.3	1137	0.3	1.4
Oesophagus	1143	0.8	1.0	1055	1.3	0.9	1187	0.3	1.4
Stomach	7680	5.2	6.8	6281	8.0	5.5	12791	3.6	15.4
Colorectum	8651	5.8	7.8	4694	6.0	4.1	21694	6.1	26.0
Liver	6387	4.3	5.7	6068	7.7	5.3	4975	1.4	6.0
Gallbladder	1981	1.3	1.8	1861	2.4	1.7	2512	0.7	3.0
Pancreas	4274	2.9	3.8	4133	5.3	3.7	3048	0.9	3.7
Larynx	2479	1.7	2.3	891	1.1	0.8	6990	2.0	8.4
Lung	8439	5.7	7.5	7608	9.7	6.7	8099	2.3	9.7
Melanoma of skin	2031	1.4	1.8	612	0.8	0.5	5755	1.6	6.9
Kaposi sarcoma	88	0.1	0.1	31	0.0	0.0	221	0.1	0.3
Breast	20444	13.8	35.4	5680	7.2	9.7	75529	21.1	176.7
Cervix uteri	13960	9.4	23.3	4769	6.1	8.1	47000	13.1	110.0
Corpus uteri	2733	1.8	4.8	550	0.7	1.0	9847	2.7	23.0
Ovary	3277	2.2	5.6	2105	2.7	3.6	9048	2.5	21.2
Prostate	14016	9.5	27.3	6367	8.1	11.3	41088	11.5	101.3
Testis	1742	1.2	2.8	443	0.6	0.7	5060	1.4	12.5
Kidney	3851	2.6	3.5	2115	2.7	1.9	10047	2.8	12.1
Bladder	3245	2.2	2.9	1166	1.5	1.0	9330	2.6	11.2
Brain, nervous system	4446	3.0	3.9	2237	2.8	2.0	6527	1.8	7.8
Thyroid	3036	2.1	2.6	702	0.9	0.6	11930	3.3	14.3
Hodgkin lymphoma	1543	1.0	1.3	598	0.8	0.5	4250	1.2	5.1
Non-Hodgkin lymphoma	4632	3.1	4.1	2558	3.2	2.3	8700	2.4	10.4
Multiple myeloma	1380	0.9	1.3	1029	1.3	0.9	2418	0.7	2.9
Leukaemia	6325	4.3	5.6	4264	5.4	3.7	6100	1.7	7.3
All cancers excl. non-melanoma skin cancer	147985	100.0	131.5	78719	100.0	68.9	358363	100.0	430.2

Incidence and mortality data for all ages. 5-year prevalence for adult population only. ASR (W) and proportions per 100,000.

Summary statistics (2012)

MEXICO	Male	Female	Both sexes
Population (thousands)	57288	58858	116146
Number of new cancer cases (thousands)	65.5	82.4	148.0
Age-standardised rate (W)	123.9	139.9	131.5
Risk of getting cancer before age 75 (%)	12.8	14.0	13.4
Number of cancer deaths (thousands)	38.7	40.1	78.7
Age-standardised rate (W)	72.2	66.9	68.9
Risk of dying from cancer before age 75 (%)	7.4	7.2	7.3
5-year prevalent cases, adult population (thousands)	138.3	220.1	358.4
Proportion (per 100,000)	341.0	514.9	430.2
5 most frequent cancers (ranking defined by total number of cases)			
	Prostate	Breast	Breast
	Lung	Cervix uteri	Prostate
	Colorectum	Colorectum	Cervix uteri
	Stomach	Stomach	Colorectum
	Leukaemia	Liver	Lung

Fuente: GLOBOCAN ¹³.

El uso más frecuente reportado a nivel mundial para un estudio de PET es para el diagnóstico, la estadificación, la reestadificación y monitoreo o planeación del tratamiento de los cánceres de pulmón, colonorectal y linfoma, tanto para hombres como mujeres. En el país, de acuerdo a la opinión de referentes en materia de medicina nuclear a nivel nacional, en México se estima que el uso más frecuente del PET, de acuerdo al tipo de cáncer, es para linfoma (hodgkin y no- hodgkin), pulmón y mama, de acuerdo a lo siguiente:

Tabla 4. Indicación más frecuente de estudios de PET de acuerdo al tipo de cáncer.

Tipo de cáncer	Proporción estimada de estudios de PET realizados en el INCan	Prevalencia de 5 años en México de acuerdo al GLOBOCAN, 2012
Linfoma (hodgkin y no-hodgkin)	40%	12,950
Pulmón	20%	8,099
Mama	20%	75,529
Otros	20%	---
Total		96,578

Fuente: INCan, GLOBOCAN¹³ y CENETEC-Salud.

2. Evaluación de la cantidad esperada de estudios de PET por año.

Figura 6. Porcentaje mínimo y máximo de pacientes afectados por alguna neoplasia que probablemente sean referidos a un estudio de PET durante la historia natural de su enfermedad.

CANCER SITE	Appropriateness index I_{ij}	Minimum weighting factor $W_{min j}$	Maximum weighting factor $W_{max j}$
Oral cavity	1	0.01	0.1
Nasopharynx	1	0.1	0.2
Other pharynx	1	0.1	0.2
Oesophagus	1	0.1	0.3
Stomach	1	0.01	0.1
Colon and rectum	1	0.1	0.3
Liver	0	0	0
Pancreas	1	0.01	0.05
Larynx	1	0.1	0.2
Lung	1	0.5	0.8
Melanoma of skin	1	0.1	0.2
Prostate	1	0.01	0.05
Testis	1	0.05	0.2
Breast	1	0.05	0.15
Cervix uteri	1	0.05	0.15
Corpus uteri	1	0.05	0.1
Ovary, etc.	1	0.1	0.2
Kidney, etc.	0	0	0
Bladder	1	0.01	0.05
Brain, nervous system	1	0.01	0.05
Thyroid	1	0.01	0.03
Non-Hodgkin lymphoma	1	0.8	1
Hodgkin lymphoma	1	0.8	1
Multiple myeloma	1	0.1	0.2
Leukaemia	0	0	0

Fuente: IAEA¹².

El segundo paso, de acuerdo a la metodología de la International Atomic Energy Agency in Vienna, es estimar una aproximación del número de estudios de PET requeridos para una población definida, para lo cual desarrollaron un algoritmo de acuerdo a las indicaciones en que es más relevante el uso del PET de acuerdo a la figura 6.

Multiplicando la prevalencia estimada para cada tipo de cáncer en que más comúnmente se indica un estudio de PET en México (linfoma hodgkin y no- hodgkin, pulmón y mama), por el factor de peso máximo y mínimo, y posteriormente calculando su valor promedio, se obtienen los resultados presentados en la tabla 5.

Tabla 5. Estimado de los estudios anuales para la prevalencia en México de Linfoma hodgkin y no- hodgkin, cáncer de pulmón y cáncer de mama.

Tipo de cáncer	Estimado de demanda de estudios anuales para los tipos de cáncer definidos (linfoma hodgkin y no- hodgkin, pulmón y mama)
Linfoma (hodgkin y no-hodgkin)	11,655
Pulmón	5,265
Mama	7,553
Total	24,473

Es decir, que la demanda de estudios de PET para la población nacional con base a datos 2012 será de 24,473 estudios anuales para el linfoma (de Hodgkin y No-Hodgkin), cáncer de pulmón y de mama.

3. Evaluación del número de equipos de PET.

Una vez que se conoce el número de estudios de PET que se requerirán por año es posible estimar el número de equipos requerido considerando, de acuerdo a la metodología planteada, que cuando un equipo de PET es usado apropiadamente realiza 2,000 escáneres por año ¹².

Como resultado del cálculo para México, y para los tipos de cáncer seleccionados (linfoma de Hodgkin y No-Hodgkin, cáncer de pulmón y de mama), sería necesario contar con 12 equipos para la cobertura anual de la demanda de estudios de PET.

Tabla 6. Estimado de los estudios anuales para la prevalencia en México de linfoma Hodgkin y no- Hodgkin, cáncer de pulmón y cáncer de mama.

Concepto	
Grupo blanco (<i>con linfoma de Hodgkin y No-Hodgkin, cáncer de pulmón y de mama</i>)	96,578
Estimado de la demanda de estudios PET anuales	24,474
Equipos de PET requeridos en México (<i>para dar atención a pacientes con linfoma de Hodgkin y No-Hodgkin, cáncer de pulmón y de mama</i>)	12

Conociendo esta información y retomando los datos del Inventario Nacional de Equipos Médicos de Alta Tecnología ⁴, que indica que en México se cuenta con 27 equipos de PET y bajo el supuesto de que cada uno de ellos se utiliza de manera apropiada realizando 2,000 estudios anuales, puede concluirse que el país cuenta con infraestructura suficiente para la atención de la demanda de estudios de PET para los tipos de cáncer de linfoma de Hodgkin y No-Hodgkin, cáncer de pulmón y de mama.

Como conclusiones, el cálculo de equipos PET de acuerdo a la prevalencia de la correspondiente patología es el algoritmo que más se aproxima a un estándar de dotación realista en México, sin embargo, los datos resultados del algoritmo contienen un gran sesgo por no basarse en información verídica y/o estadísticas reales de la efectividad del tipo de cánceres para los que un equipo de PET es más efectivo.

4. CONCLUSIONES

Las metodologías descritas son estimaciones del número de equipos de PET que podrían dar cobertura a la población mexicana bajo algunos supuestos que deben ser evaluados de manera constante con respecto a su temporalidad, sin embargo, para tener una aproximación más precisa es necesario gestionar sistemas de información confiable en cuanto al uso y eficiencia del PET.

5. REFERENCIAS

1. CSG. Equipo de Tomografía por Emisión de Positrones con Tomografía Axial Computarizada (PET-CT). Cuadro Básico y Catálogo de Instrumental y Equipo Médico. 2015; Tomo II: p. 293-294 [citado 2016 septiembre 26]. Disponible en: http://www.csg.gob.mx/descargas/pdfs/cuadro_basico/CB2014/index/EDICION_2015_TOMO_II_EQUIPO_MEDICO.pdf.
2. CENETEC. Sistema PET-CT: Equipo de Tomografía por Emisión de Positrones con Tomografía Axial Computarizada (PET-CT). Cedula de especificaciones Técnicas [Recurso electrónico]. 2014; [citado 2016 septiembre 6]. Disponible en: http://www.cenetec.salud.gob.mx/descargas/CETpdf/pet-ct/CET_PET_CT.pdf.
3. OECD OHS2FRD. Positron Emission Tomography (PET) scanners, total [Base de Datos]. [Actualizado 2016; citado 2016 enero 21]. Disponible en: <http://www.oecd.org/els/health-systems/oecd-health-statistics-2014-frequently-requested-data.htm>.
4. CENETEC. Inventario Nacional de Equipos Médicos de Alta Tecnología. México [Base de Datos]. [Actualizado 2015; citado 2016 septiembre 7]. Disponible en: https://public.tableau.com/views/Libro1_365/Historia1?:embed=y&:display_count=yes.
5. Radiologists TRCo. PET-CT in the UK. A strategy for the development and integration of a leading edge technology within routine clinical practice. UK. 2005; [citado 2016 octubre 26]. Disponible en: http://www.bnms.org.uk/~bnms/images/stories/downloads/documents/rcr_petct_final.pdf.
6. Hastings J. AE. Joint project of the international network of agencies for health technology assessment—Part 1: Survey results on diffusion, assessment, and clinical use of positron emission tomography. International Journal of Technology Assessment in the Health Care. 2006;: p. 143-148 [citado 2016 octubre 26]. Disponible en: http://www.inahta.org/wp-content/uploads/2014/09/PET_2006_Part1.pdf.
7. Ministry of Health. Assessment of the Business Case for Positron Emission Tomography (PET) Scanning. Wellington. 2008; [citado 26 octubre 2016]. Disponible en: [http://www.moh.govt.nz/notebook/nbbooks.nsf/0/87bc4e39dda5b2cc2574be0070d5b2/\\$FILE/nstr-pet-scanning-business-case-assessment-aug08.pdf](http://www.moh.govt.nz/notebook/nbbooks.nsf/0/87bc4e39dda5b2cc2574be0070d5b2/$FILE/nstr-pet-scanning-business-case-assessment-aug08.pdf).
8. SD M. The Use of The Positron Emission Tomography (PET) for Cancer Care Across Canada. Time for a National Strategy. Vancouver: TRIUMF, AAPS, ETPP. 2011; [citado 2016 octubre 26]. Disponible en: <http://www.triumf.ca/sites/default/files/TRIUMF-AAPS-Martinuk-PET-Across-Canada-REPORT.pdf>.
9. I. G. The influence of hospital competition on the diffusion of the PET-CT scanner in the Netherlands [tesis de maestro]. Rotterdam: Erasmus Universiteit Rotterdam. 2013; [citado 2016

octubre 26]. Disponible en:

[http://www.academia.edu/12517470/The Influence of Hospital Competition on the Diffusion of the PET-CT Scanner in the Netherlands](http://www.academia.edu/12517470/The_Influence_of_Hospital_Competition_on_the_Diffusion_of_the_PET-CT_Scanner_in_the_Netherlands).

10. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 1. Información por entidad [Base de Datos]. [Actualizado 2015; citado 2016 abril 20]. Disponible en: <http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/dur/poblacion/default.aspx?tema=me&e=10>.
11. IrinaClememput CCAVdBDR. Methodology for calculating a country's need for positron emission tomography scanners. Belgan Heath Care Knowledge Centre (KCE). 2008;; p. 20-24 [citado 26 octubre 2016]. Disponible en: <https://www.cambridge.org/core/journals/international-journal-of-technology-assessment-in-health-care/article/methodology-for-calculating-a-countrys-need-for-positron-emission-tomography-scanners/DAD67BE47858808354DF6D2673CA3EA6>.
12. International Atomic Energy Agency. Planning a Clinical PET Centre. Vienna: International Atomic Energy Agency. 2010; [citado 26 octubre 2016]. Disponible en: <http://www-pub.iaea.org/books/IAEABooks/8368/Planning-a-Clinical-PET-Centre>.
13. International Agency for Research on Cancer. GLOCOCAN 2012: Estimated Cancer Incidence, Mortality and Prevalence Worldwide in 2012 [Base de Datos]. [Actualizado 2016; citado 2016 octubre 26]. Disponible en: http://globocan.iarc.fr/Pages/fact_sheets_population.aspx.

FE DE ERRATAS:

En la edición anterior de este documento, se mencionó por error en las tablas 4, 5 y 6 como fuente de información al Dr. Francisco Osvaldo García Pérez, Jefe del Departamento de Medicina Nuclear (INCan).